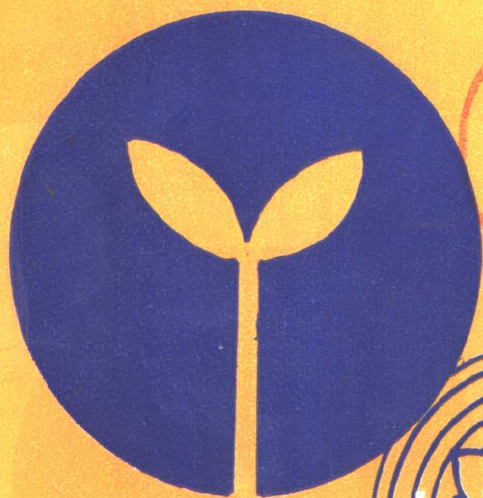


中国科协普及部
中国植保学会 合编
科学普及出版社

科学使用农药



科学普及出版社

电 视 讲 座

科学使用农药

中国科协普及部
中国植保学会 合编
科学普及出版社

内 容 提 要

《科学使用农药》是中国植保学会、中国科协普及部、中央电视台和科学普及出版社联合举办的农药电视讲座教材。

本书共分10讲，内容有化学防治法的基本概念、农药的主要类群和剂型、农药的施用方法和施药器械、农药的毒性和安全防护以及农药的残留问题。主题突出，内容实际，通俗易懂。可帮助农民掌握使用农药的技术。

本书可供农业领导干部、管理干部、农业科技人员及具有初中文化程度的农民学习参考。

电 视 讲 座 科学使用农药

中国科协普及部
中国植保学会 合编
科学普及出版社

责任编辑：张春荣

封面设计：王维娜

*

科学普及出版社出版（北京海淀区白石桥路32号）
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售
北京怀柔平义分印刷厂印刷

*

开本：787×1092毫米 1/32 印张：3⁵/₈；字数：79千字

1985年3月第1版 1985年3月第1次印刷

印数：1—45,500册 定价：0.50元

统一书号：16051·1073 本社书号：0568

前 言

化学防治法是病、虫、杂草综合防治中重要的一环。党的十一届三中全会以来，农村的生产形势发生了巨大变化，农民对于利用农药防治病、虫、杂草的要求日益迫切。但是也出现了一些由于用药不当而产生的问题。如何用好农药，充分发挥化学防治法的优势，避免化学农药可能产生的副作用，是当前迫切需要解决的问题。中国科协、中国植物保护学会、中央电视台主办了关于科学使用农药的电视广播讲座，这对于促进和推动农村的科学使用农药必定会有所裨益。

病、虫、杂草的化学防治，是一种方法简便而工效很高的防治方法，但是化学防治法的效果却受许多因素的影响。例如农药的种类、农药的剂型、喷撒的方法、选用的器械以及施药的条件等。这些因素往往互相影响，因此，了解这些因素并掌握这些因素，是运用好化学防治法的前提。为此，我们就化学防治法的基本概念、农药的主要类群和剂型、农药的施用方法和施药器械，以及农药的毒性、残留和安全使用等不同的方面，撰写了十个专题稿件，作为电视广播讲座的内容。希望通过这一组讲座内容，能帮助广大农民对化学防治法的基本原理和基本技术以及科学用药的原则有一个比较全面的了解，从而能正确用药，在生产上取得更好的经济效益和社会效益。

目 录

- 第一讲 化学防治法的基本概念.....屠予钦 (1)
- 第二讲 杀虫剂.....徐映明 (12)
- 第三讲 杀菌剂.....魏 岑 (30)
- 第四讲 杂草的化学防治.....李孙荣 (39)
- 第五讲 农药的正确使用技术.....李 进 (49)
- 第六讲 农药剂型和使用方法.....慕立义 (57)
- 第七讲 农药喷撒方法.....尚鹤言 (70)
- 第八讲 农业喷药机械的正确使用.....
.....王佩德 刘宗山 (81)
- 第九讲 常用农药的毒性和安全防护.....王淑洁 (96)
- 第十讲 农药的残留问题钱传范 (106)

第一讲 化学防治法的基本概念

中国农业科学院植物保护研究所

屠予钦

用化学农药防治农作物病、虫、杂草的方法，通称为化学防治法。从波尔多液杀菌剂的使用算起，化学防治法已有一百多年的历史。至今，化学防治仍然是农业病、虫、杂草最重要的方法，是现代化农业生产的重要的技术条件。化学防治法有以下几个特点：(1)作用快，具有高度的机动性。在病虫杂草发生为害时，用化学防治法可以迅速加以控制。(2)化学农药的品种和剂型很多，而且仍在不断发展更新。可针对不同的有害生物选用适当的农药，对症下药。(3)农药的使用方法多种多样，可根据病、虫、杂草的发生发展情况选用最适当的方法。现代的农药使用技术使化学防治法的工效大幅度提高。

农作物和病、虫、杂草的种类繁多，形态和生活习性各异，在进行化学防治时必须根据具体情况，选用适当的药剂、剂型和处理方法，才能取得最好的效果。

一、化学防治的基本原理

化学防治法是利用化学物质对病、虫、杂草的毒害作用或调节作用，控制有害生物群体或种群的发展，把为害水平

控制在农作物损失的经济阈限以下。化学农药为什么对有害生物能起控制作用呢？主要是由于以下三种基本作用原理。

1. 化学农药对有害生物的杀伤作用 多种化学农药对有害生物有强烈的杀伤作用，使种群或群落密度迅速下降到不能对作物造成受害的程度。这种强烈的杀伤作用是化学防治法速效性的基础。杀虫剂中的神经毒剂大多具有快速的杀伤作用。例如麦蚜、棉蚜大发生时用氧化乐果、杀灭菊酯等杀虫剂喷雾，可使蚜虫种群在若干小时以内降低到为害水平以下，使虫害迅速得到控制。有机磷和拟除虫菊酯类杀虫剂都是很强的神经毒剂。昆虫的体壁上分布有大量的各种感觉器官，与神经系统直接相联，神经毒剂通过这些感觉器官的极薄表皮，能迅速达到神经系统，因此昆虫的中毒现象往往表现极快。昆虫的表皮外面有一层极薄的蜡质层，能被油溶性的杀虫剂所通过，所以神经毒剂一般都具有亲油脂的性质，这种性质称为“亲脂性”。有机氯杀虫剂、有机磷杀虫剂、拟除虫菊酯类杀虫剂等，都具有良好的亲脂性，所以对害虫的杀伤作用很快，在有油溶性的溶剂存在时（如矿物油、芳香族溶剂以及香精油类），作用更快。这是许多神经性杀虫剂往往加工成油剂、乳剂等剂型的重要原因之一。

除草剂中的接触性除草剂也是利用快速的杀伤作用。如百草枯、杀草快等，药液喷在杂草上以后很快就能使杂草枯死。

病害防治中也常利用杀伤作用的原理，如种苗消毒、土壤消毒等就是利用某些杀菌剂对病原菌的快速杀伤作用。福尔马林是典型的快速杀伤性的杀菌剂。从叶部侵害的病原菌，也可被杀菌剂杀伤而不能入侵。

杀伤作用通常是由于农药对有害生物产生强烈的生理致

毒作用，导致生物体中毒死亡。但有时也可由于机械作用而导致死亡。例如油类、乳剂类、粘度较大的表面活性剂，往往会堵塞蚜虫、红蜘蛛以及其它软体小型害虫的气门而使之窒息致死。硬度较大的固体粉粒则使害虫表皮因摩擦受伤而导致体液迅速蒸发、脱水致死。

2. 农药对有害生物的生长抑制作用 有些农药并不能使有害生物中毒死亡，但能强烈干扰或阻断其生命活动进程，使之丧失为害农作物的能力。例如拒食剂，能使害虫停止取食活动，虽然害虫不会很快死亡，但作物已免遭为害。又如驱避剂，能迫使害虫逃离农作物，害虫种群虽未遭到消灭，可是农作物也已免遭其害了。杀菌剂中的有机磷化合物——异稻瘟净，能抑制稻瘟病菌的生长，虽然病原菌的生命不会很快终止，菌丝体的呼吸以及蛋白质或核酸的合成也不受影响，但能抑制菌丝体的几丁质形成，从而使菌丝体不能侵入寄主作物。克瘟散的作用与异稻瘟净相似。多菌灵对棉花枯萎病菌的杀伤力并不强，但它能引起菌丝扭曲，不能进行正常的侵染为害活动。波尔多液对多种病原菌也能起到抑制生长的作用，一旦把波尔多液冲洗干净，病原菌孢子还能继续萌发生长。某些除草剂如2,4-D等也有生长抑制作用，特别是双子叶植物最为敏感，受药后会发生植株畸形、叶片萎缩等现象，最后由于生长不正常而死亡。

3. 农药对有害生物的生长调节作用 近年来，研究利用化学农药对有害生物的生长调节作用来控制其种群密度，日益受到重视。这一类化学农药对有害生物既无杀伤作用（但在高浓度下有时也会表现出杀伤作用），也无生长抑制作用，但却能改变有害生物的生活习性和活动方式，使之发生混乱，最后使种群不能发展而逐渐衰竭。近年研究最多的是昆

虫的各种信息素，这是一类剂量极微而作用很奇特的化学物质，其中有许多已经人工合成并投入生产。许多性外激素能够诱集雄性害虫，在很低的剂量下能诱集远距离之外的雄虫。根据这一原理所设计的“迷向法”，能扰乱害虫种群的交配活动，从而使种群不能正常繁殖。现已发现了昆虫中有多种多样的信息物质(或称信息化学物质)，它们起着调节种内和种间的各种行为和活动的作用，所以也总称为昆虫行为调节剂。由于这一类物质的使用剂量极低，而产生的效果显著，所以在害虫的防治上将会发挥很大的作用。在植物方面，生长调节作用的研究利用则已有很长的历史。例如赤霉素能增加植株的高度和改变株形，矮壮素则可使株形变得矮小、紧凑，有些则可调节植物的生育期等。利用这种多样的调节作用，有可能用来改变作物的生态环境和病虫的栖境，达到控制病虫害的目的。但是这种方法涉及的面较广，牵涉到农业措施的许多方面，技术上的难度较大，尚处于研究开发阶段。

二、化学防治的策略

化学防治法的基本策略是对作物的保护性处理和对有害生物的歼除性处理。

1. 对作物的保护性处理 这是一种预防性的策略，也就是通常所说的，防患于未然。在病、虫、杂草危害之前就采取适当的化学处理，使病、虫、杂草不可能造成危害。一般的原则是：在作物的生存环境中预先用适当的药剂处理，消灭已经存在的有害生物，然后再播种或栽植农作物；或者使作物的外面覆盖一层适当的药剂，把作物保护起来，使有害生

物不能侵害作物。

在植物病害防治中所采取的苗床消毒、土壤消毒、种苗消毒等措施,都是为了预先消灭已经存在的有害病原菌,使作物开始生长后不致发病。有些病原菌存在于种苗内部(如小麦散黑穗病菌、棉花枯黄萎病菌等),但在种子休眠时期它们不活动。如果采取有效的药剂在种子刚开始萌动时加以杀灭,就能保证种苗健壮生长。

在农作物地上部分的表面上喷布药剂,保护作物免遭病虫害为害,也是常采取的一项措施。在病害防治方面,在病原菌孢子落到农作物表面上以前,喷撒波尔多液、百菌清等杀菌剂,预防多种病害,就是采用了这一原则。这一类杀菌剂通常称为保护性杀菌剂。对于许多土传病害,在播种前用杀菌剂拌种,也是一种保护性处理。

在害虫防治方面也常采取同样的或相似的原则。桃小食心虫的幼虫越冬后,爬出土面,然后迁移到树冠上为害。如果在幼虫出土前于树冠下的土面上喷撒一层接触性杀虫剂,幼虫出土后就会触药中毒死亡,这样就可以保护树冠免遭为害。叶面上喷撒的残效性杀虫剂,实际上也是一种保护性处理。在药剂有效期以内,只要害虫落到作物叶面上就会中毒死亡,不能造成受害。

在农作物播种前,用除草剂进行芽前处理,也可以看作一种保护性处理。

保护性处理的策略,在化学防治上是一种主动的策略,具有积极的意义。但是这一策略必须根据实际情况来决定取舍。对于某些常发性病、虫、杂草,这一策略可以取得较明显的好处。但是对于那些偶发性的病、虫、杂草,采取保护性处理,则未必是经济合理的措施。防治农作物病、虫害,一个

比较准确的病、虫预测预报系统，往往是非常重要的前提。

2.对有害生物的开除性处理 这是在有害生物已经发生为害以后所采取的防治策略。虽然从病、虫、杂草的防治上来说，这是一个消极被动的策略，但是许多病、虫、杂草的发生和为害情况往往难于完全预测，而且往往重复发生，所以这一策略却是防治病、虫、杂草时经常采取的一项重要措施。

植物病害防治中的铲除作用，就是一种开除外性处理，清除已侵入的病菌。例如对小麦白粉病，喷撒硫磺制剂或石硫合剂，就可以把已经落在叶面上或已经开始侵染活动的白粉病菌杀死，好比把已经侵入的病原菌“铲”掉，所以称为铲除作用。但是有些病原菌侵入植物体内后，遗留在植物体外的残体已没有生命，如果药剂不能渗透到植物内部去发生作用，就不能消除病害。在这种情况下，只有选用具有内吸作用的杀菌剂，才能有效。所谓内吸作用，就是药剂能被植物吸收到植物体内而起作用。例如多菌灵、克瘟散、稻瘟净，都是具有内吸作用的杀菌剂。内吸杀菌剂的作用，好比人类得病后服药治疗一样，所以也称为内吸治疗剂（有时简称为内疗剂）。在植物病害研究中，有时把这种作用方式称为治疗作用。石硫合剂对于小麦白粉病也有治疗作用，因为白粉病菌已经在麦叶内部为害，杀灭了叶面上的白粉病菌，就能治疗好白粉病。所以，治疗作用不一定都要药剂被植物内吸。

杀虫剂中也有内吸杀虫剂，如呋喃丹、磷胺、杀虫双等。内吸杀虫剂主要是利用其内吸输导作用，让药剂运输到害虫栖息较隐蔽的地方去，发挥作用。但有些害虫是钻在植物体内部为害的，如螟虫、潜叶虫等，呋喃丹、乐果、磷胺等类内吸杀虫剂可以被植物吸收到体内，杀灭这些钻蛀性害虫。

这种情形就有点类似于杀菌剂的内吸作用。

杂草的芽后除草也都属于歼除性处理。

在歼除性处理中，必须十分注意药剂对农作物的副作用，即药害。因为农作物和病、虫、杂草同时存在，如果药剂选择不当，使用技术不得法，则在杀灭了病、虫、杂草的同时，也有可能伤及农作物。

三、化学防治的方法

采用化学防治法时，使用的农药有效成分剂量都很低。杀伤病、虫、杂草所需要的绝对剂量是很微小的。例如，杀死一头害虫所需要的剂量假如是0.02微克，若1亩田中有100万头害虫，所需总药量也不过20毫克。但是实际上1亩田的实际用药量往往高达数十克之多，比绝对需要剂量超出数千倍。这是因为病、虫、杂草分散在田间，不可能把药剂全部打在有害生物体上。有相当大一部分农药是散落在农田环境中而不能同有害生物发生有效接触。这部分散落的农药不但是一种经济和物质上的损失，而且是某些农药造成农田环境污染的主要污染来源。因此，化学防治的方法（即农药的使用方法）具有十分重要的意义。

要把如此微量的农药有效成分打到有害生物体上，首要的问题是把农药分散成为极细的颗粒和雾滴，来增加药粒同有害生物接触的机会。药粒越细，接触的机会越多。

药剂分散度最高的是熏蒸剂，熏蒸剂是一种气体，可以在空间自由扩散。实际上它是药剂达到了分子状态的分散程度，这是最高的分散状态。所以，在各种方法中，熏蒸法的效率是最高的。但是，气体的扩散渗透能力非常强，因此只能在密

闭条件好的场合下使用。例如仓库中贮存的农产品、车间农产品的加工设备以及具有密闭条件的温室。果树、茶树如果用特制的塑料帐幕笼罩起来，也可采用熏蒸法。在港口检疫中，熏蒸法是使用最普遍的方法，效率也最高。

烟雾法是一种药剂分散度很高的使用方法。烟雾剂实际上也是由无数药剂雾粒组成的，不过它的药粒非常细，能较长时间地停留在空中，并能够在作物的各个部分沉积，具有很强的扩散穿透能力，在缝隙、树皮裂缝、树叶荫蔽处，都能够沉积。虽不同于气体状态的熏蒸剂，但比熏蒸剂使用范围广。除了仓库、温室大棚中使用以外，烟雾剂还可以在森林、果园等郁闭度较高的环境中使用。我国在森林中使用烟雾法防治害虫，已有很丰富的经验，收到了很好的效果，工效也很高，免除了笨重的施药器械和繁重的劳动，尤其在山区，更为显著。在大田中使用烟雾法，同样是一种工效很高的方法；但是烟雾法在大田条件下受气象因子的影响较大，必须掌握当时的气象条件才能取得成功。此外，对药剂应严格要求，毒性较大的药剂一般不能用于大田施放烟雾。

喷粉法、喷雾法是农业上使用最普遍的两种方法。这两种方法所产生的药剂雾粒都比熏蒸法和烟雾法粗得多，因此扩散性和穿透性较差，药剂雾粒完全是靠喷药器械所产生的压力或风输送到农作物上去的。由于喷粉法和喷雾法的药剂雾粒比较粗，在空中悬浮停留的时间较短暂，如果雾粒不能很快打中目标，就会很快散落到环境中去。所以，喷粉和喷雾法中的重要问题是如何让药剂雾粒很好地沉积和粘附在生物体表面上。就粉剂来说，其粘附性与粉粒的理化性质有关。粗的粉粒不容易粘附到生物体表面上，片状的、比重较小的粉粒比颗粒状的和比重较大的粉粒容易粘附。因此，喷

粉用的粉剂要求有一定的细度和一定的物理性质。不是任何一种固体粉末都可以用来喷粉的。河泥、坑土、河砂、尘土以及没有经过处理的黄土，如果直接用来同农药粉剂或乳剂混和撒施，药效往往很差。因为这些砂、土、泥的物理化学性质都不明确，同药剂之间可能发生何种影响，也不清楚，其含水量差别也很大，这些情况往往使农药的理化性质和作用受到破坏。砂、土、泥的含水量高时，会使药剂的细粉粒粘结到一起，变成较粗大的团粒，难于喷撒开，而且沉落很快，更难停留在生物体的表面上。

喷雾法，除了超低容量喷撒法以外，大多是以水作喷雾剂，农药有效成分则分散在水中形成悬浮液或乳浊液。水一般很难沾湿植物体表面，更难沾湿昆虫身体表面。所以，如果药液的雾珠不能沾湿生物体表面时，就容易滚落。其结果是药液沉落在作物和害虫上的量少，而落到地面上的量多，就会影响化学防治的效果，或者要消耗很多的药剂才能取得较好的效果。因此，采用喷雾法时，必须注意药水是否能湿润植物体表面或牢固地粘附在植物表面上。特别是有许多植物的表面很难被药水湿润，如水稻、小麦的叶面就很难湿润。水稻叶表面是由无数微小的颗粒状突起所构成，这种颗粒状突起是由不亲水的硅胶质与蜡质所组成的。这样的表面，很难被水湿润。如果选用适当的助剂改善药水的湿润能力，就有可能使药水在稻叶表面上沉积粘附。例如用敌百虫或杀虫双水溶液喷撒小麦、水稻叶面作常规喷雾时，80%以上的药水因不能湿润和粘附叶面而滚落到田水中。如果往药水中加入0.1%的中性洗衣粉，就能显著提高其湿润能力，叶面上沉积的药量可提高40%以上。一般植物叶片表面上都覆盖一层不亲水的蜡质，湿润能力都较差，但各种作物之间也有

明显差别。所以在喷雾前最好先检查一下药水对叶片的湿润能力。检查的方法是：药水配好后，先摘取几片叶片，浸入药水中，几秒钟后提起来观察，如果叶片表面上已被药水沾湿，说明药水的湿润性良好。如果叶片提出药水后表面仍是干的，或只有零星的水珠挂在上面，则说明药水的湿润性很差或不能湿润。这种湿润性很差的药水，如不及时设法改善其湿润能力，仍采取粗雾滴常规喷雾法，其效果肯定是不好的，并会有大量药液滚落到地面上或田水中。如果改用低量弥雾的方法（如用东方红-18型弥雾机），则效果要好得多。因为低量弥雾法所用的药液量很少（每亩只须几斤药水），雾滴又很细，能较好地沉积附着在叶面上，不会变成粗雾滴滚落。

除了以上几种方法以外，还可采用以下几种方法进行化学防治。

种苗化学处理，是用药粉拌合在种子表面上（拌种法），或者用药水浸泡种子和苗木（浸种法）。

包扎和涂茎，是把吸水性的物料（如棉花、布帛或吸水性的纸张）浸泡在内吸性的药液中，然后用蜡纸或塑料薄膜把吸有药剂的物料包在树干的一定部位上（一般是在主干中部），这种方法称为包扎法，在果树上比较适用。对棉花这样的作物，可直接把药液涂抹在茎秆上，使其直接吸收（当然必须是内吸性药剂）。这种方法称为涂茎法。目前常用的内吸性农药，一般都具有由植株下部向上部传导的所谓向顶性输导作用。因此，包扎法和涂茎法可以使药剂分布到植株上部的枝条和叶片中。

土壤化学处理法，对于土居性的病原菌和害虫（地下害虫），采用土壤化学处理法其效果较好。在播种前用杀虫剂

处理土壤，把土均匀以后，再进行播种，可以有效地防治地下害虫。对于葡萄根瘤蚜这种难治的土居性害虫，采用土壤熏蒸法效果更好。颗粒状杀虫剂是土壤处理的很好的剂型。对于土传病害，也可采取类似的施药方法。

诱杀法，是利用害虫的趋性，选用某些害虫喜食的食物作饵料，把杀虫剂混合在食物中，做成诱饵，撒施在害虫活动范围内，引诱害虫取食而中毒，所以又称为毒饵法。诱杀害虫时，常选用胃毒杀虫剂做毒饵。近年来对于昆虫信息素的研究取得很大进展，利用昆虫的性外激素与杀虫剂混用，可以引诱害虫来接触药剂，可提高杀虫剂的效率，这也是很有意义的方法。

此外，还有一些其它的化学防治方法。如滴注、注射、浇灌、以及结合喷灌进行施药等多种多样的方法。可以根据防治对象的特点、药剂的性质、以及农业技术措施的特点，来选择最适宜的方法。所谓最适宜的方法，就是要根据实际情况，用最少的药剂、花最少的劳力、取得最好的防治效果，获得最高的经济效益和社会效益。只要了解化学农药的性质、掌握有害生物的习性、熟悉农药的使用技术，就一定能把化学防治法运用得很好。

第二讲 杀 虫 剂

中国农业科学院植物保护研究所

徐映明

自七十年代以来，农药的发展进入了新型药剂发展时期。高效力的新类型和新品种不断出现，使单位面积上有效成分用量显著地减少，甚至成数量级地减少，在杀虫剂方面表现得尤为明显。如果说五十年代亩有效成分用量为50~100克，六十年代则减少到10~50克，七十年代已开始减少到1~10克，甚至1克以下。新品种出现，老品种被取代，这是科学技术发展的必然结果。现在主要讲三个问题：六六六的取代、两类新型杀虫剂、其它杀虫剂。

一、六六六的取代

(一) 为什么要取代六六六

五十年代初期，我国就开始用六六六防治粮棉害虫。三十年来，它对农业保产起过重要作用。但由于六六六的残留毒性，对人类有潜在的危害性，所以从1974年开始逐步限制其使用范围，现在政府有关部门决定加快六六六取代步伐，争取在短期内全面停止使用工业六六六，限制用一部分林丹。其主要原因如下。